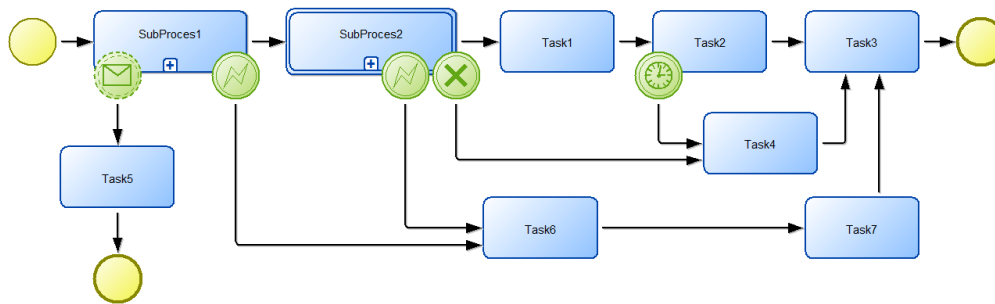


# Modelowanie procesów biznesowych

## Pośrednie zdarzenia krawędziowe Podprocesy transakcyjne





**Krawędziowe (brzegowe) zdarzenia pośrednie** (krótko: zdarzenia krawędziowe – *boundary events*) są **połączone z krawędzią aktywności** (*activity*) i **chwyatają wyzwalacze** generowane podczas jej wykonania. Po przechwyceniu wyzwalacza proces wykonuje wyjściowy przepływ sekwencyjny skojarzony z danym zdarzeniem krawędziowym.

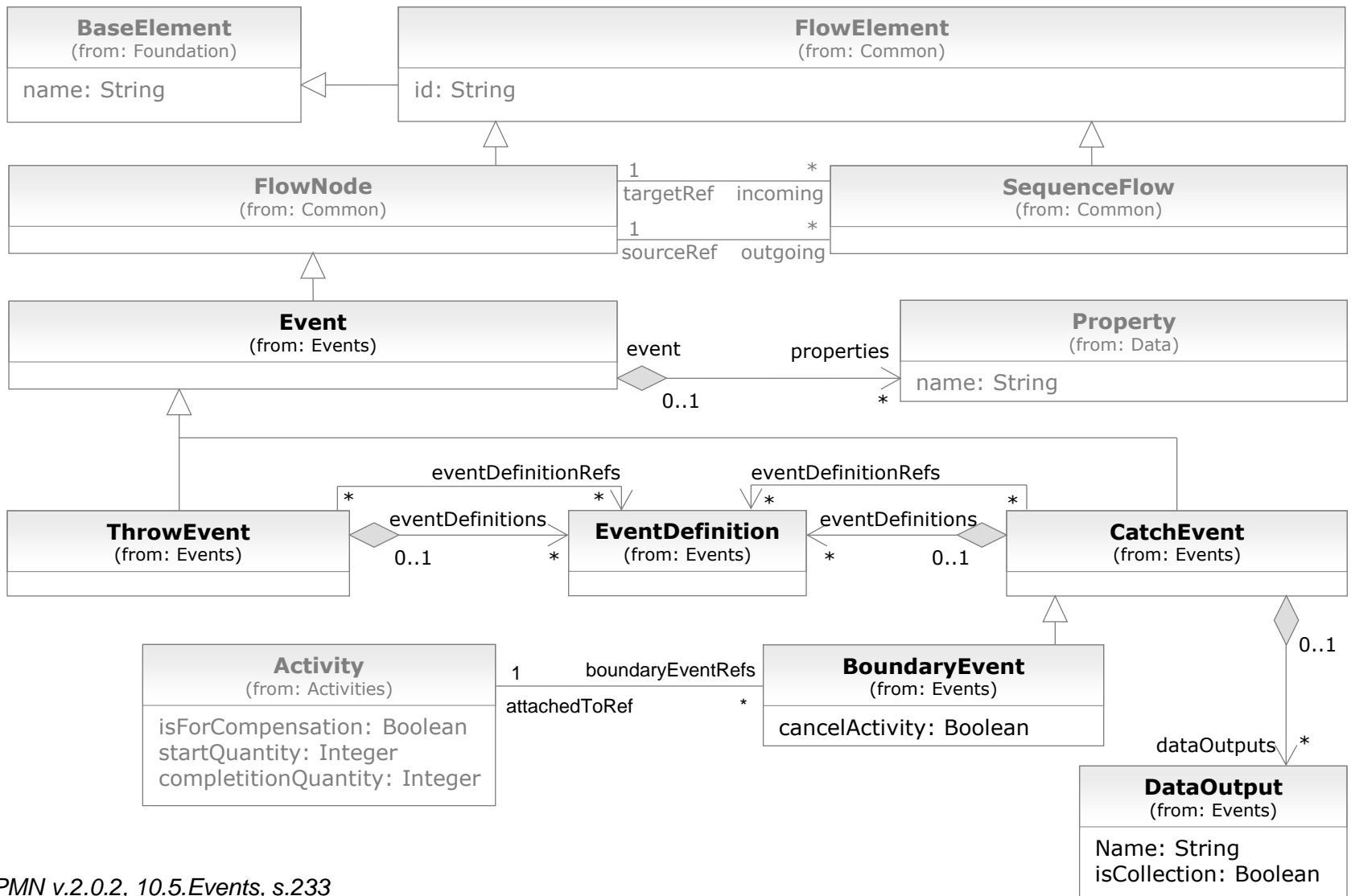
## Kategorie zdarzeń krawędziowych

- Przerwywające zdarzenia krawędziowe (*interrupting*) – po przechwyceniu wyzwalacza **przerwywają** aktywność, z którą są skojarzone (wyjściowy przepływ aktywności nie będzie wykonywany), proces realizuje tylko przepływ skojarzony ze zdarzeniem.
- Nieprzerwywające zdarzenia krawędziowe (*non-interrupting*) – każde przechwycenie wyzwalacza rozpoczyna wykonanie wyjściowego przepływu sekwencyjnego zdarzenia, skojarzona aktywność **nie jest przerywana**. Po zakończeniu aktywności wykonany jest jej przepływ wyjściowy.

## Cechy zdarzeń krawędziowych

- okrąg z podwójną niepogrubioną krawędzią, linia ciągła w przypadku zdarzeń przerywających, przerywana w przypadku nieprzerwywających;
- nie mają przepływu wejściowego;
- muszą mieć przepływ wyjściowy (wyjątek: kompensacja);
- są zdarzeniami chwytającymi (nie mogą rzucać wyzwalaczy).

# Zdarzenia krawędziowe – diagram klas



# Atrybuty i powiązania zdarzeń krawędziowych

---

Klasa **BoundaryEvent** jest potomkiem **CatchEvent** (jest szczególnym przypadkiem zdarzenia pośredniego). Dziedziczy wszystkie cechy wspólne dla zdarzeń (s.08-5):

- **properties**: Property [0..\*] – lista własności,
- **eventDefinitionRefs**: EventDefinition [0..\*] – współużywalna definicja zdarzenia,
- **eventDefinitions**: EventDefinition [0..\*] – definicja zdarzenia.

Atrybuty i powiązania klasy **BoundaryEvent**

- **attachedToRef**: Activity – określa aktywność, z którą połączone jest zdarzenie,
- **cancelActivity**: boolean – określa czy aktywność, z którą połączone jest zdarzenie będzie przerwana, gdy wyzwalacz zostanie przechwycony.

*Uwaga:* klasa **SubProces** (s.07-3) dziedziczy powiązania klasy **Activity** w tym **attachedToRef**, więc zdarzenia krawędziowe mogą być połączone zarówno z aktywnościami atomowymi (zadaniami) jak i podprocesami.

# Kategorie zdarzeń krawędziowych



anulowanie (tylko przerywające) – przerwanie transakcji, wyzwalacz chwytny po wycofaniu operacji wykonanych przez podproces transakcyjny;



błąd (tylko przerywające) – aktywność zakończona błędem bez automatycznego wycofania operacji;



czas – upłynął określony czas od rozpoczęcia czynności, lub nastąpiła konkretna chwila;



eskalacja – aktywność sygnalizuje konieczność wykonania dodatkowych operacji;



kompensacja (tylko przerywające) – zakończona aktywność sygnalizuje konieczność wycofania efektów swoich działań;



komunikat – przepływ komunikatu odebrany podczas wykonywania skojarzonej czynności;



warunek – zajście określonego warunku podczas wykonywania czynności

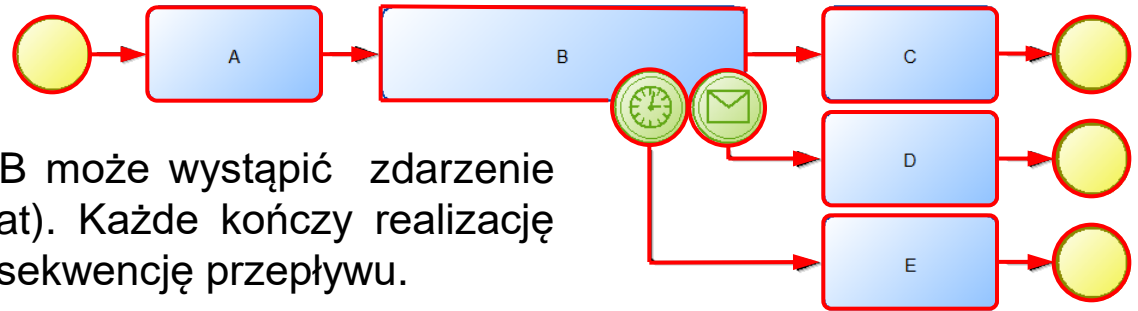


wielozdarzenie – wystąpienie jednego z kilku zdefiniowanych wyzwalaczy;



wielozdarzenie równoległe – wystąpienie wszystkich zdefiniowanych wyzwalaczy;

# Przerywające zdarzenia krawędziowe



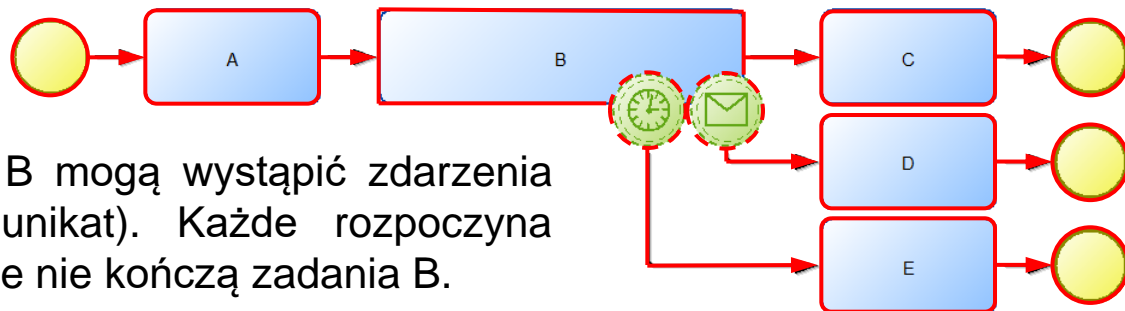
Podczas wykonania zadania B może wystąpić zdarzenie przerywające (czas, komunikat). Każde kończy realizację zadania B i rozpoczyna nową sekwencję przepływu.

Możliwe scenariusze (wzajemnie wykluczające):

1. Brak zdarzeń krawędziowych: aktywność B dobiegła końca: proces wykonuje sekwencję wyjściową, token przechodzi do C;
2. Zdarzenie "czas": aktywność B jest przerywana, proces wykonuje sekwencję rozpoczynającą się od zdarzenia "czas", token przechodzi do E;
3. Zdarzenie "komunikat": aktywność B jest przerywana, proces wykonuje sekwencję rozpoczynającą się od zdarzenia "komunikat", token przechodzi do D;.

W powyższym procesie będzie wykonana dokładnie jedna ścieżka (po B zostanie zrealizowane tylko jedna z aktywności: C, D albo E)

# Nieprzerywające zdarzenia krawędziowe



Podczas wykonania zadania B mogą wystąpić zdarzenia nieprzerywające (czas, komunikat). Każde rozpoczyna nową sekwencję przepływu, ale nie kończą zadania B.

Możliwe scenariusze:

1. Brak zdarzeń krawędziowych: aktywność B dobiegła końca, proces wykonuje sekwencję wyjściową, token przechodzi do C;
2. Zdarzenie "czas": B jest kontynuowana, powstaje subtoken, proces rozpoczyna drugą sekwencję i przechodzi do E (czynności B i E wykonują się równolegle). Po zakończeniu B wykonywany jest przepływ wyjściowy i token przechodzi do C. Zakończenie jednej ścieżki nie kończy procesu;
3. Wielokrotne zdarzenie "czas": każdy wyzwalacz tworzy subtoken, rozpoczyna nową sekwencję i tworzy kolejną instancję E (komunikat analogicznie);
4. Jednoczesne zdarzenie "czas" i "komunikat": każdy wyzwalacz tworzy subtoken, rozpoczyna nową sekwencję i tworzy kolejne instancje czynności E i D.

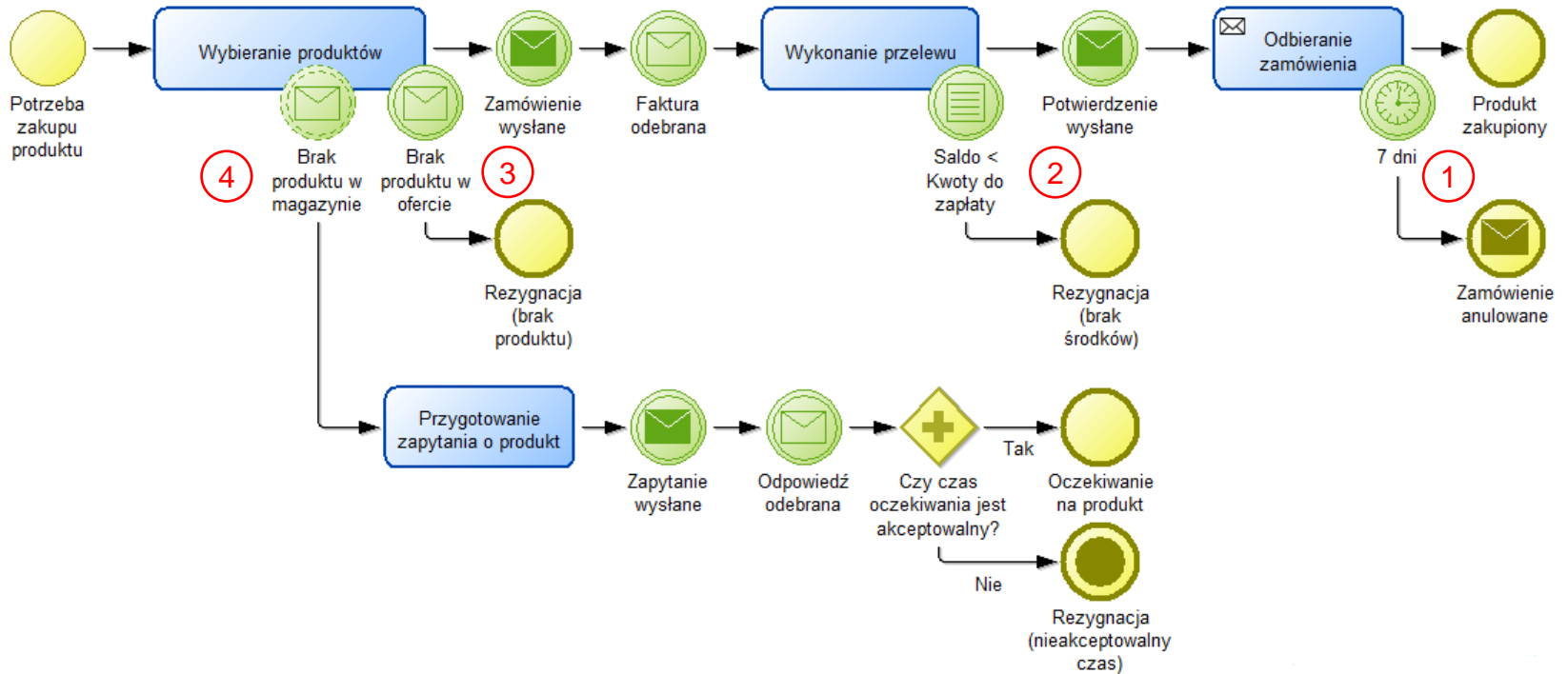
W powyższym procesie wiele ścieżek może być realizowanych równolegle, a czynności D i E mogą mieć kilka instancji. Zakończenie procesu następuje po zakończeniu wszystkich ścieżek.

# Realizacja zamówienia wersja 1

## Realizacja zamówienia (proces klienta, s.7-13)



## Realizacja zamówienia (obsługa wyjątków – zdarzenia krawędziowe)








# Realizacja zamówienia v.1 – analiza


1. Wykorzystanie zadania odbioru w miejsce zdarzenia chwytającego komunikat umożliwia uwzględnienie reakcji *Klienta* w przypadku gdy przesyłka nie została dostarczona w terminie. Jeżeli czas oczekiwania przekracza 7 dni normalny przebieg procesu zostaje przerwany (przerywające zdarzenie krawędziowe "czas") i uruchamiana jest ścieżka alternatywna, kończąca proces wysyłką komunikatu anulującego zamówienie.
2. Jeżeli wykonanie przelewu nie jest możliwe z powodu braku środków na koncie normalny przebieg procesu jest przerywany (przerywające zdarzenie krawędziowe "warunek") i *Klient* rezygnuje z zakupów ze względu na brak środków.
3. Jeżeli podczas zadania "Wybieranie produktów" *Klient* otrzyma informację o braku poszukiwanego produktu w sklepie przebieg procesu zostaje przerwany (przerywające zdarzenie krawędziowe "komunikat") i *Klient* rezygnuje z zakupów ze względu na brak środków.
4. Jeżeli podczas zadania "Wybieranie produktów" *Klient* otrzyma informację o braku produktu w magazynie (tzn. produkt może być zakupiony, ale należy poczekać na dostawę) przebieg procesu nie jest przerywany (nieprzerywające zdarzenie krawędziowe "komunikat"). Wykonywany jest dodatkowy wątek związany z przesłaniem zapytania o produkt i analizą czasu oczekiwania. Jeżeli *Klient* stwierdza, że czas oczekiwania jest akceptowalny dodatkowy wątek zostaje zakończony i proces jest kontynuowany, jeżeli czas oczekiwania jest zbyt długi cały proces (wszystkie wątki) zostaje zakończony końcowym zdarzeniem przerywającym.

# Zestawienie wybranych zdarzeń

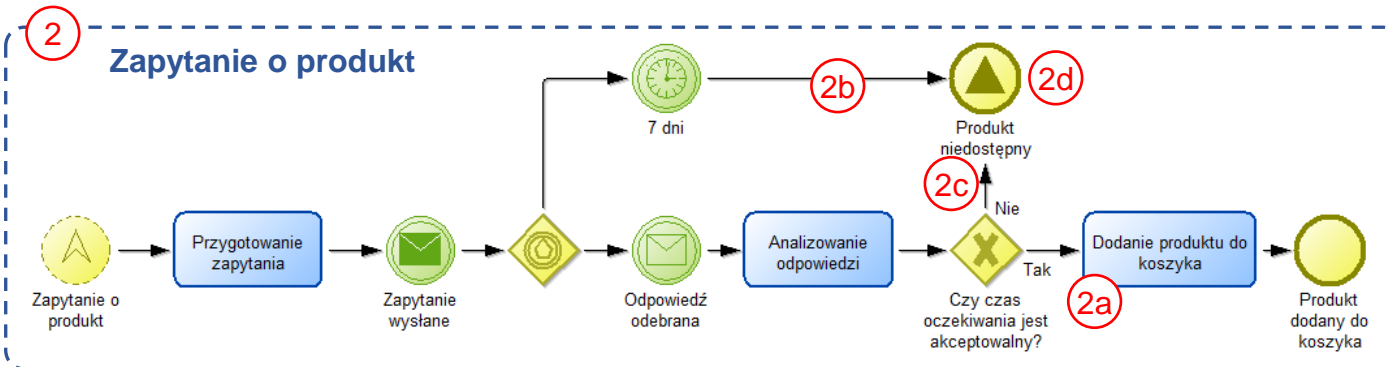
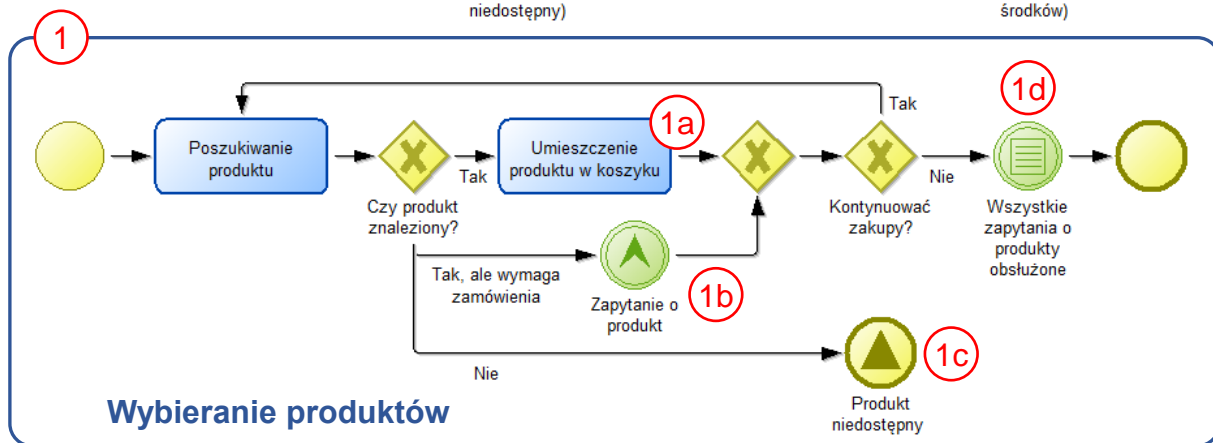
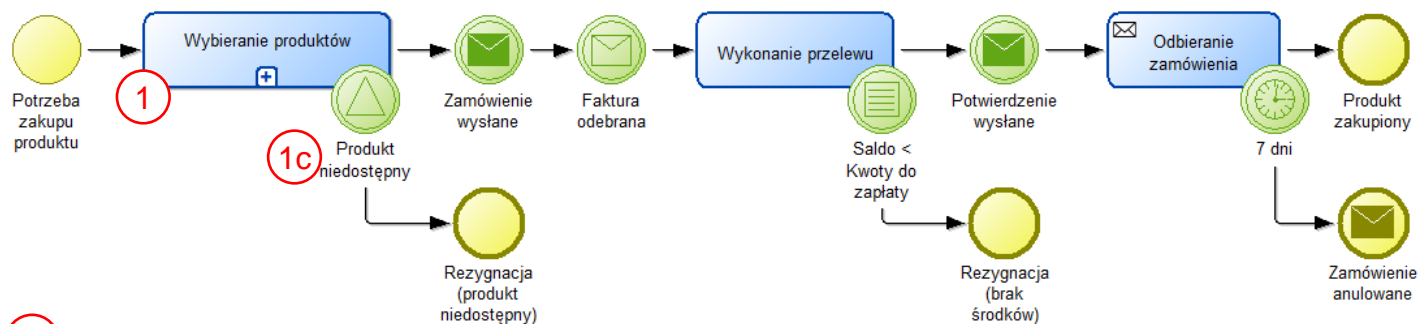
 Sygnał jest używany do komunikacji wewnątrz procesu pojedynczego uczestnika. W przeciwieństwie do komunikatu wyzwalacz nie może być skierowany do konkretnego punktu procesu, jest widoczny dla każdego zdarzenia chwytającego, nie jest dostępny poza basenem, w którym został wygenerowany. Zdarzenie może wystąpić w dowolnej formie (początkowe, końcowe, pośrednie, krawędziowe).

 Eskalacja generuje lub przechwytuje wyzwalacz sygnalizujący konieczność wykonania pewnych dodatkowych działań. Z założenia powinna dotyczyć operacji występujących sporadycznie, które nie są zasadniczą częścią procesu. Może wystąpić jako zdarzenie początkowe podprocesu, zdarzenie krawędziowe oraz pośrednie lub końcowe zdarzenie rzucające.

 Warunek przechwytuje wyzwalacz sygnalizujący spełnienie określonego warunku. Może występować tylko jako zdarzenie początkowe podprocesu, zdarzenie krawędziowe oraz chwytające zdarzenie pośrednie.

 Błąd generuje lub przechwytuje wyzwalacz sygnalizujący nieprawidłowe działanie procesu lub jego części, które uniemożliwia jego dalsze wykonanie. Wystąpienie tego wyzwalacza zawsze oznacza zakończenie zasadniczego przebiegu procesu. Może być zdarzeniem początkowym podprocesu przerywającego, zdarzeniem krawędziowym lub zdarzeniem końcowym.

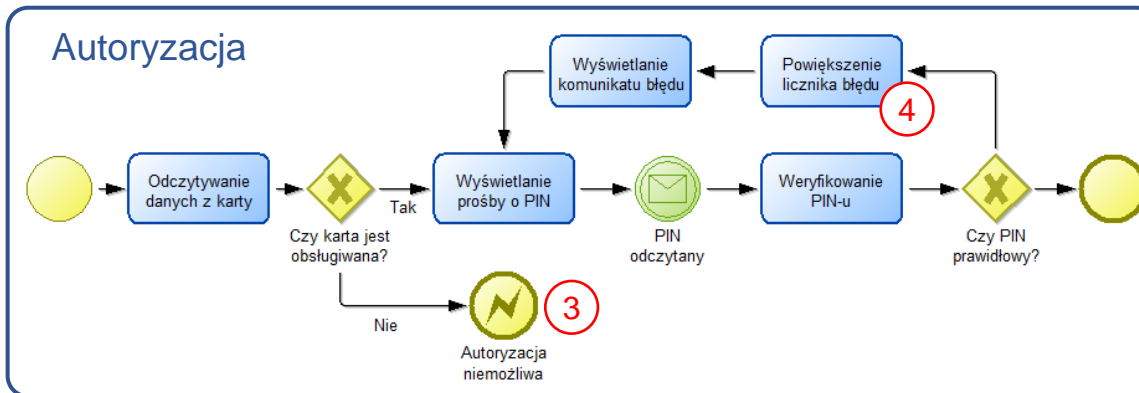
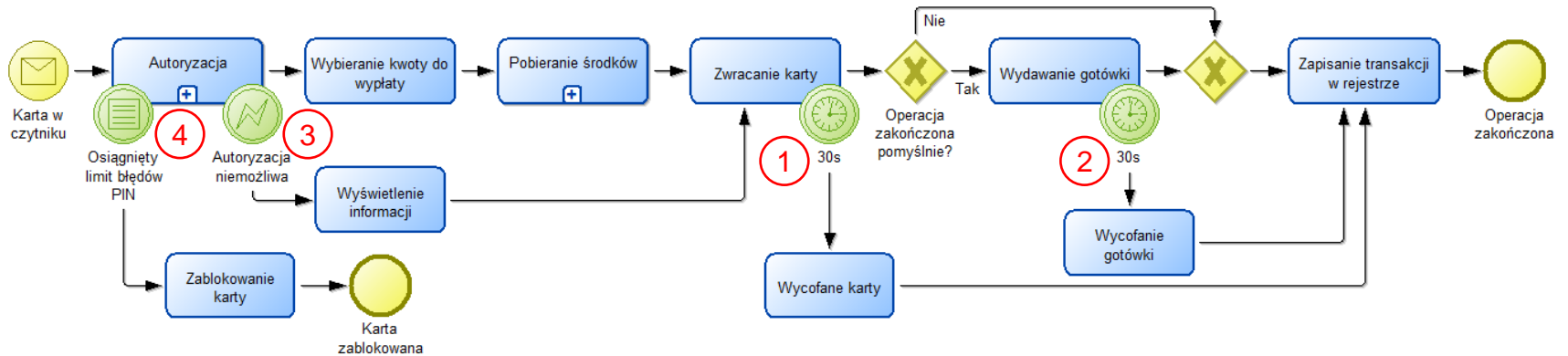
# Realizacja zamówienia wersja 2



# Realizacja zamówienia v.2 – analiza

1. Wykorzystanie podprocesu osadzonego "Wybieranie produktów" (1) umożliwia szczegółowe opisanie operacji realizowanych podczas kompletowania koszyka:
  - gdy produkt jest znaleziony zostaje umieszczony w koszyku (1a);
  - gdy produkt jest niedostępny (brak w magazynie) generowana jest eskalacja (rzucające zdarzenie pośrednie 1b) i wybór produktów może być kontynuowany;
  - jeżeli produktu nie ma w asortymencie sklepu zakupy zostają przerwane: podproces generuje sygnał (zdarzenie końcowe 1c), który jest chwytyany przez przerywające zdarzenie krawędziowe (1c), co kończy proces główny;
  - podproces będzie zakończony gdy klient zakończy kompletowanie koszyka i wszystkie zapytania zostaną obsłużone (chwytające zdarzenie pośrednie 2d) .
2. Eskalacja wygenerowana podczas wybierania produktów uruchamia nieprzerywający proces zdarzeniowy (2), który wysyła zapytanie o produkt i oczekuje na odpowiedź:
  - jeżeli sklep udzieli odpowiedzi w terminie do 7 dni i czas oczekiwania na dostępność jest akceptowalny produkt jest dodawany do koszyka (2a),
  - jeżeli odpowiedź nie dotrze w ciągu 7 dni (2b) lub czas oczekiwania nie jest akceptowalny (2c) podproces generuje sygnał (zdarzenie końcowe 2d), który jest chwytyany przez zdarzenie krawędziowe (1c), co kończy proces główny.

# Wyplata z bankomatu – autoryzacja



## Podproces "Autoryzacja"

- generuje błąd gdy karta nie jest obsługiwana (3),
- zlicza ilość nieprawidłowych PIN-ów (4).

## Proces główny

- Przerzywa zwykły przepływ jeżeli karta (1) lub gotówka (2) nie zostaną odebrane w czasie 30 sekund (przerzywające zdarzenia krawędziowe czas połączone z zadaniami "Zwracanie karty" i "Wydawanie gotówki"),
- Przerzywa zwykły przepływ gdy "Autoryzacja" zgłasza błąd lub został osiągnięty limit błędnych PIN-ów (przerzywające zdarzenia krawędziowe błąd (3) i warunek (4)).

# Zdarzenia – zestawienie

	początkowe			pośrednie			końcowe	
	PG	PP	PNP	CH	KP	KNP		RZ
nieokreślone								
komunikat								
czas								
błąd								
eskalacja								
anulowanie								
kompensacja								
warunek								
łączy								
sygnał								
zakończenie								
wielozdarzenie								
wieloz. równoległe								

PG – proces główny; PP – podproc. przerywające; PNP – podproc. nieprzerywające; CH – chwytające; KP – krawędziowe przerywające; KNP – krawędziowe nieprzerywające; RZ - rzucające

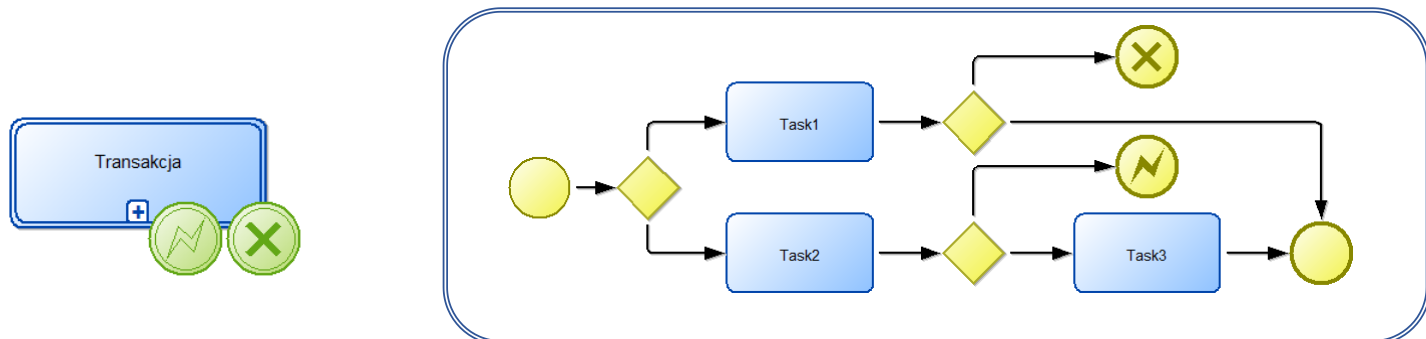


**Transakcja** to zbiór kolejno realizowanych operacji, które stanowią pewną zamkniętą całość i powinny być wykonane w komplecie lub wcale. Za prawidłowy przebieg transakcji odpowiada protokół, który zapewnia bezpieczne zakończenie transakcji i wycofanie skutków przeprowadzonych działań (*rollback*) w przypadku błędu wykonania.

**Proces transakcyjny** (krótko: transakcja) jest szczególnym przypadkiem podprocesu, który jest kontrolowany przez związany protokół transakcji. Takie rozwiązanie umożliwia prawidłowe zakończenie podprocesu w przypadku anulowania lub błędu i automatyczne wycofanie skutków przeprowadzonych działań.

## Cechy podprocesów transakcyjnych

- Symbol jak podproces osadzony z podwójną krawędzią;
- Jako jedyny dopuszcza użycie zdarzenia z wyzwalaczem anulowania (*cancel*);
- Powinien obsługiwać pośrednie zdarzenia krawędziowe anulowanie oraz błąd, które określają początek przepływu następującego po przerwanej transakcji.





## Sposoby zakończenia transakcji w BPMN 2.0

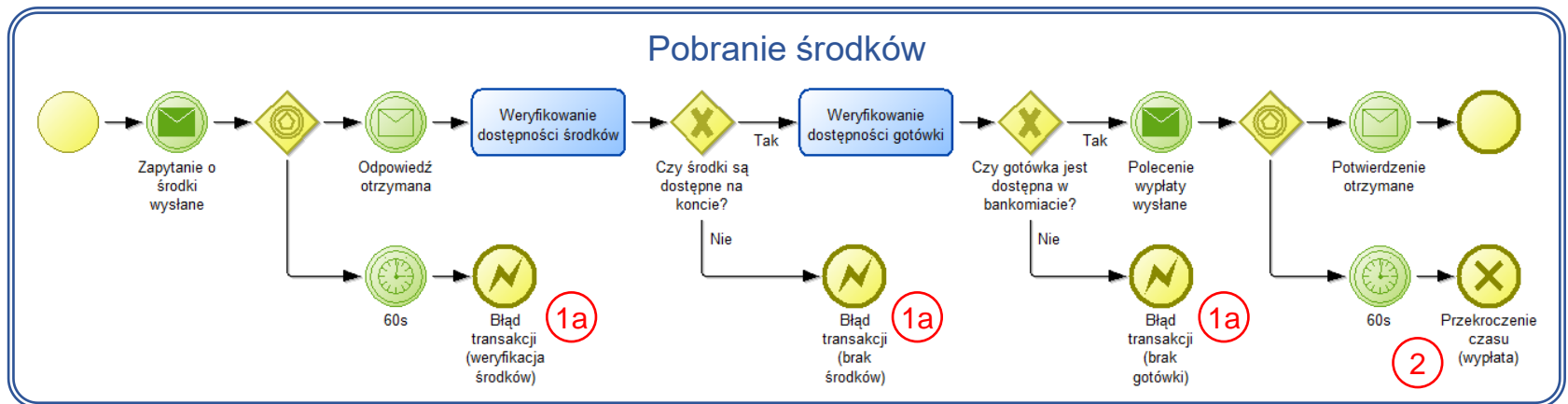
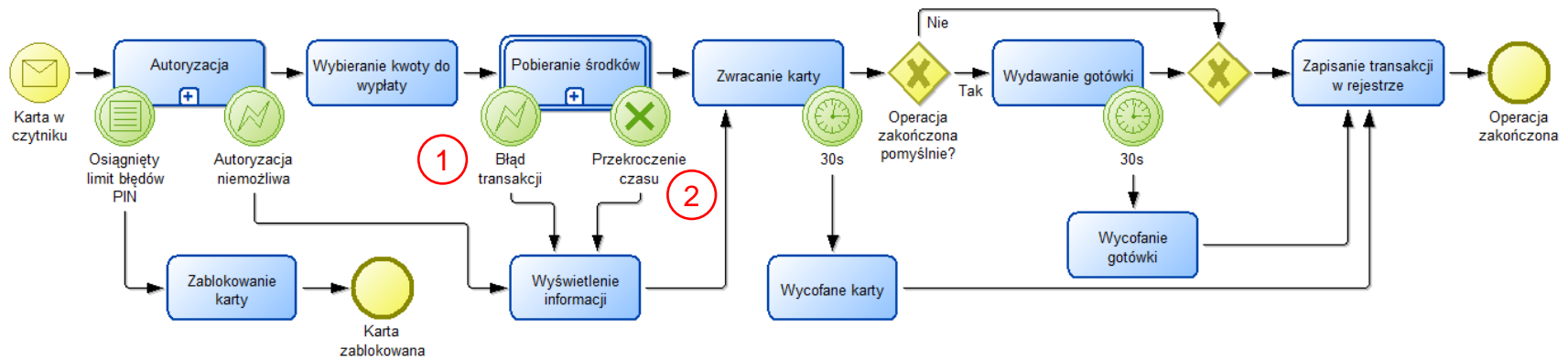
- Pomyślne (prawidłowe) – wszystkie czynności zostały zakończone, wykonywany jest podstawowy przepływ sekwencyjny;
- Nieudane (*cancel*) – możliwe przyczyny: zdarzenie końcowe podprocesu wygenerowało wyzwalacz anulowanie (*cancel*) lub protokół zarządzający transakcją odebrał polecenie przerwania (przyczyna zewnętrzna niezależna od procesu). Czynności są przerywane, ich skutki zostają wycofane (*rollback*), wykonywana jest kompensacja (jedyne przypadki automatycznie wykonanej kompensacji). Wykonywany jest przepływ rozpoczynający się od zdarzenia krawędziowego *cancel*;
- Błędne (*error*) – awaria, która uniemożliwia zakończenie normalne lub wycofanie. Podproces jest przerywany (bez kompensacji), wykonywany jest przepływ rozpoczynający się od zdarzenia krawędziowego *error*.

## Operacje realizowane przed pomyślnym zakończeniem transakcji

- Protokół weryfikuje prawidłowe zakończenie operacji przez wszystkich uczestników zaangażowanych w wykonanie transakcji;
- W przypadku problemów lub braku możliwości weryfikacji wyniku generowane jest anulowanie (*cancel*) lub błąd (*error*) i transakcja nie kończy się pomyślnie;
- W przypadku pozytywnej weryfikacji wyników transakcja kończy się pomyślnie i token przechodzi do procesu nadrzędnego.



# Wyplata z bankomatu



Podproces transakcyjny gwarantuje prawidłowe pobranie środków z konta:

- wystąpienie przekroczenie czasu weryfikacji środków (1a), brak środków na koncie (1b) lub brak gotówki w bankomacie (1c) generuje błąd, który powoduje przerywanie procesu głównego (zdarzenie krawędziowe (1)) i uruchamia obsługę błędu (przeływ wyjściowy zdarzenia (1)),
- zewnętrzny błąd systemu, który uniemożliwia prawidłowe zakończenie transakcji lub przekroczenie czasu wypłaty (2) generuje anulowanie, które automatycznie wycofuje wykonane operacje.

# Wzorce procesowe wykorzystujące zdarzenia krawędziowe

---

Wzorce procesowe omówione na kolejnych slajdach

- ❑ WP19. Anulowanie czynności (*cancel activity*)
- ❑ WP18. Kamień milowy (*milestone*)
- ❑ WP43. Jawne zakończenie (*explicit termination*)

*Uwaga: część wzorców ma kilka realizacji w BPMN, przykłady pokazane na kolejnych stronach ograniczają się jedynie do zastosowania zdarzeń krawędziowych. Alternatywny sposób realizacji wzorców WP19 i WP43 został przedstawiony na wykładzie 08.*

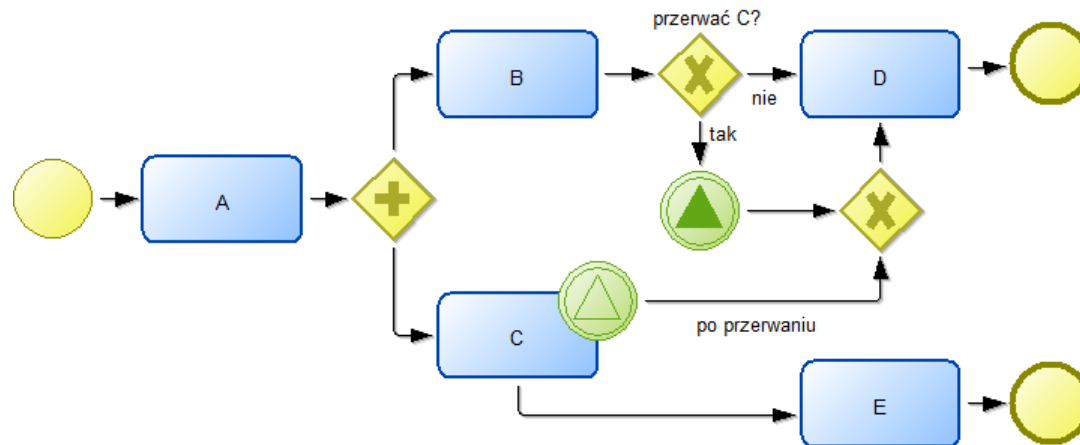
## WP19. Anulowanie czynności (*cancel activity*)

**Opis:** Zadanie, jeśli to możliwe, jest wycofywane (zatrzymywane i usuwane).

**Komentarz:** Wzorzec opisuje przypadek, w którym instancja procesu powinna zostać przerwana gdy został osiągnięty określony węzeł przepływu. Wszystkie pozostałe do wykonania zadania zostają przerwane, proces jest oznaczony jako zakończony prawidłowo.

**Przykłady:** dwóch pracowników realizuje pewne zadania, które są częścią większego projektu, w pewnych przypadkach projekt jest akceptowany po zakończeniu zadania pierwszego pracownika i zadanie drugiego jest anulowane.

**Element BPMN:** rzucające zdarzenie pośrednie, przerywające zdarzenie krawędziowe.



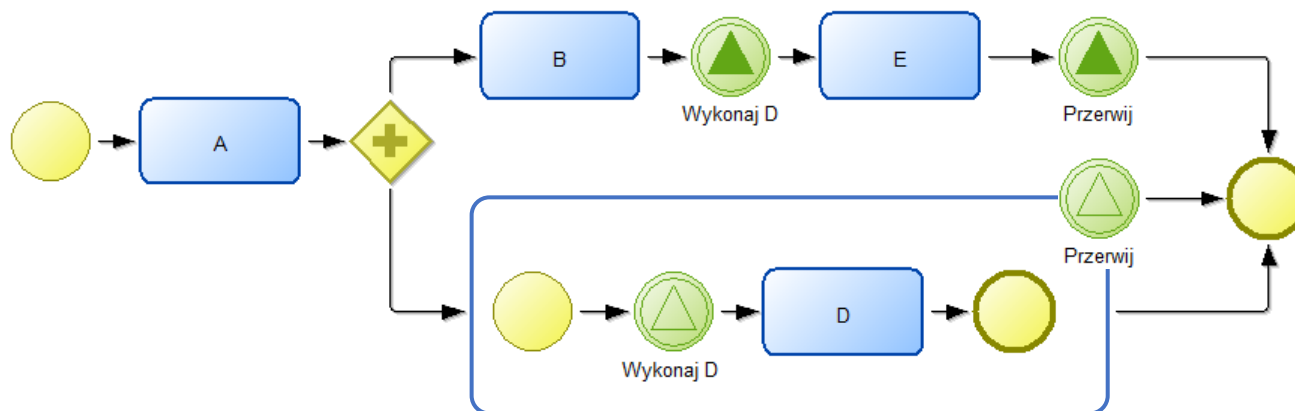
## WP18. Kamień milowy (milestone)

**Opis:** Wykonanie zadania możliwe tylko gdy proces osiągnął określony stan.

**Komentarz:** Zadanie lub podproces (w przykładzie zadanie D) może być zrealizowane tylko gdy proces (pewien jego wątek) osiągnął określony stan (tzw. kamień milowy). Realizacja jest wstrzymywana do chwili osiągnięcia tego stanu. Z drugiej strony wykonanie zadania nie jest możliwe gdy proces osiągnął kolejnego stan (kamień milowy). W takim przypadku zadanie musi zostać przerwane.

**Przykłady:** po przyjęciu zamówienia (pierwszy kamień milowy) klient może modyfikować listę zamówionych produktów do chwili gdy zamówienie zostanie skompletowane (drugi kamień milowy); po osiągnięciu tego etapu zgłoszenia zmian są odrzucane.

**Element BPMN:** rzucające i chwytające zdarzenia pośrednie, przerywające zdarzenia krawędziowe podprocesu.



Patrz również WP43, s.21

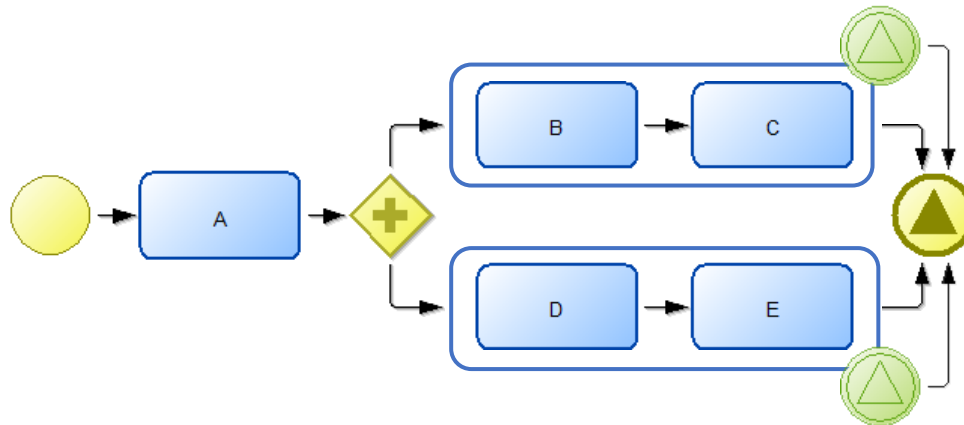
## WP43. Jawne zakończenie (*explicit termination*)

**Opis:** Proces zostaje zakończony gdy osiągnie określony stan.

**Komentarz:** Wzorzec opisuje przypadek, w którym instancja procesu powinna zostać przerwana gdy został osiągnięty określony węzeł przepływu. Wszystkie pozostałe do wykonania zadania zostają przerwane, proces jest oznaczony jako zakończony prawidłowo.

**Przykłady:** dwa zespoły pracują nad wykonaniem pewnego zadania, cel zostaje osiągnięty (proces jest zakończony) gdy jeden z zespołów ukończy zadanie.

**Element BPMN:** przerywające zdarzenie krawędziowe podprocesu, zdarzenie końcowe.



Patrz również WP18, s.20